

第16次越冬隊員の体内放射性物質
(^{137}Cs , ^{40}K) の測定報告 (I)

宮下充正*・跡見順子*・上田慶子**

Body Burdens of Cesium-137 and Potassium-40 in Twenty-One
Members of the Wintering Party of the 16th Japanese Antarctic
Research Expedition 1975

Mitsumasa MIYASHITA*, Yoriko ATOMI* and Keiko UEDA**

Abstract : The radioactive nuclides in human body are roughly classified into two categories. The one is naturally existed radioactive nuclides, and the other is radioactive nuclides of fallout from the nuclear fission of a large scale such as tests of nuclear weapon. In the present study, body burdens of Cesium-137 and Potassium-40 were measured using a human counter with twenty-one members of the 16th wintering party. The purposes of those measurements were ① to observe the radioactive pollution in Japan and Antarctica through the human body, and ② to estimate the effect of the Antarctic living on the work capacity through the change in body composition, since natural potassium which exists mostly in the active tissues of the human body contains ^{40}K in a constant ratio (0.012%).

There was no individual difference in ^{137}Cs content among the members who live in various parts of Japan. Its mean value was 1.40 ± 0.43 (nCi) and the lowest among the values obtained for Japanese during the last decade. The aerobic work capacity of the members which was estimated from the total body potassium was almost the same with the ordinary healthy men. After the members have returned to Japan the second measurements will be needed for further discussion and conclusion.

* 東京大学教育学部体育学研究室. Department of Physical Education, Faculty of Education, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

** 東京大学医学部放射線健康管理学教室. Department of Radiological Health, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Yayoi 2-16-11, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

1. 測定目的

正常人体内に存在する放射性物質は、①自然放射性物質に属するものと、②核爆発による放射性降下物（以下 fallout）によるものの2つに大別される。前者の代表としては ^{40}K 、後者のそれは ^{137}Cs である。

ここで特に越冬隊員の出発前及び帰国後の体内放射性物質を測定しようとした意図は2つに大別される。その1つは ^{137}Cs によって、日本及び南極における放射性物質の汚染の状態を人体を介して観察しようとするものである。このことについては、すでに日本において、近年では中国、フランス、その他の国々の大気中核爆発の影響が検出されており、また本研究の目的上からは、特に南太平洋でのフランスの核爆発の影響が懸念されるからである。もう1つは ^{40}K 量から求められる全身カリウム量によって、南極での生活が人の作業能にいかに関与するかを身体組成の面から分析しようとするものである。後者については、全身カリウム量は筋肉量を主とする活性組織量の最良の指標であり、したがって人の作業能と深い相関があることが知られている。またすでに OHKUBO (1972) は隊員のうち base members は traverse members に比べて越冬により体脂肪がより増大するという報告をしている。また 蜂須賀 (1975) は極地生活のとくに極夜期では室内での生活を余儀無くされ、そのため白夜期に比べて行動量が減少し、その結果隊員は運動不足により体重が増加するということを報告している。これらのことから極地生活における活動量の低下が作業能の低下を招来せしめているものと推定される。

以上のような意図にもとづき、今年及び17次、18次の隊員について継続的に観察する予定である。

2. 測定経過

放射性物質の測定は、東京大学ヒューマン・カウンターの大型プラスチックシンチレーターを用いた (KATSUNUMA, 1966)。第1回の測定は、第16次越冬隊員21名を対象として、1974年10月24～30日にかけて実施した。今回の測定者21名の年齢構成は、20才代8名、30才代11名、40才代2名で平均30.8才であった。測定項目は身長、体重、皮下脂肪厚等の身体計測10項目及び ^{137}Cs 量と K 量である。

皮下脂肪厚の測定は、栄研式皮下脂肪計を用い、上腕部と肩甲骨下部の2カ所を測定した。皮下脂肪厚から体脂肪量の算出には、NAGAMINE and SUZUKI (1964) の式(1) および KEYS and BROŽEK (1953) の式(2)を用いた。

$$D = 1.0913 - 0.00116x \quad (1)$$

$$F = 4.201/D - 3.813 \quad (2)$$

D : 体密度

x : 皮下脂肪厚 (上腕部+肩甲骨下部) (mm)

F : 体脂肪量 (%)

体内放射性物質の測定には、検出器として大型プラスチックシンチレーター (50×50×15 cm) 4個を用い、30分間測定した。従前、正常日本人体内の放射性物質、とくに ^{137}Cs 量の測定には、上記の検出器を用い、1件、10分間の測定時間で統計的変動をおさえることが可能であった。しかしながら、本装置を用いた別の研究 (吉沢, 1973) において、1967年1月時点の成人男子の ^{137}Cs 量を100%とすると、現在では約35%に減少し、しかも1968年10月以降はほぼ一定の値が続いていることが継続的に調べられている。したがって今回の測定では、昨今の正常日本人体内量の減少と、base members が南極から帰るまでの期間をも考慮し、測定時間を3倍として体内量がとくに少ない場合の配慮をした。

人体一環境系における汚染程度を反映する ^{137}Cs に対し、 ^{40}K の測定はそのまま体内カリウム量の測定を意味する。すなわち ^{40}K は同位体存在比0.012を有する天然放射性核種であるため、これより全身カリウム量が容易に定量される。

3. 測定結果

3.1. ^{137}Cs 量について

隊員21名の体内 ^{137}Cs 量は 1.40 ± 0.43 (mean \pm S. D.) nCi であった。またセシウム濃度で示すと、 22.3 ± 6.5 pCi/kg-body weight, 25.2 ± 7.2 pCi/kg-LBM である。これらの値は吉沢他 (1973) が現在も継続している成人男子17名の測定結果にほぼ等しい。またこれらの値は、先にも述べたようにその経時的变化からみて、現在ではほぼ平衡状態に達し、かつかなり低い値である。

なお、日本国内における ^{137}Cs 量の地域差について、すなわち本研究において隊員21名の出身地が全国に分散していることの問題について以下のように考えた。日本における ^{137}Cs 量の地域差については、雨水、土壌、穀物等で広範な分析がなされている。これによると量は減少してきているにもかかわらず、なお有意差が認められ、総じて表日本側に比べて裏日本側が高い値を示している。しかし人体内の ^{137}Cs 量の場合には、勝沼他 (1968) による研究で、fallout 量と体内量の一定なる関係は認められなかった。これは人体内量を言々する

表 1 被検者のセシウム-137, カリウム, 形態およびその他の生理学的測定値
 Table 1. Cesium-137, potassium and anthropometric and physiological data of subjects.

Subject	Age years	¹³⁷ Cs nCi	¹³⁷ Cs PCi/kg•wt	K g	Height cm	Weight kg	Chest girth cm	Body fat %	LBM kg	$\dot{V}O_2$ max l/min	Hand grip strength kg
1	24	0.78	13.8	135	159.8	50.5	84.0	13	43.9	2.56	36.0
2	35	1.21	21.0	138	164.5	57.5	84.0	9	52.0	2.61	46.0
3	43	1.01	16.3	138	169.0	62.0	88.5	11	55.2	2.61	48.5
4	31	1.22	23.9	130	157.5	51.0	80.5	9	46.4	2.48	45.0
5	35	1.38	21.6	145	160.5	64.0	95.0	14	55.0	2.71	37.0
6	27	2.01	28.5	150	175.0	70.5	91.0	12	62.0	2.76	52.0
7	32	1.75	27.3	134	172.0	64.0	91.0	14	55.0	2.54	45.5
8	25	1.04	15.9	157	172.8	65.5	90.0	11	58.3	2.88	51.5
9	29	1.14	18.4	143	163.0	62.0	88.5	12	54.6	2.67	40.0
10	30	1.32	19.6	145	173.8	67.5	90.5	13	58.7	2.71	41.5
11	25	1.60	25.6	147	170.8	62.5	87.0	13	54.4	2.73	46.5
12	44	1.92	26.1	150	175.2	73.5	92.0	14	63.2	2.77	53.0
13	33	1.16	18.9	146	164.0	61.5	85.0	11	54.7	2.72	50.0
14	31	1.18	18.0	146	170.8	65.5	88.0	10	59.0	2.72	45.0
15	25	2.04	36.4	147	175.5	56.0	86.0	8	51.5	2.73	45.5
16	27	0.81	11.6	154	165.5	70.0	93.0	18	57.4	2.83	37.5
17	25	1.05	18.1	135	166.0	58.0	83.0	9	52.8	2.56	46.0
18	31	1.07	18.8	125	160.0	57.0	90.5	10	51.3	2.41	42.5
19	31	1.59	29.2	136	156.3	54.5	87.0	9	49.6	2.57	42.5
20	34	1.83	26.3	152	171.0	69.5	88.5	13	60.5	2.81	55.0
21	30	2.27	33.9	158	174.8	67.0	89.5	9	61.0	2.89	58.5
Mean	30.8	1.40	22.3	143.4	167.5	62.6	88.2	11.5	55.1	2.68	46.0
S. D.	5.4	0.43	6.5	8.8	6.3	6.0	3.6	2.4	5.0	0.13	6.0

場合、厳密には food chain についても追跡されなければならないことを示しているが、本研究では実際問題として、その把握は困難である。しかも今回の測定から、総じて ¹³⁷Cs 量は低く、とくに地域差を推測させるような結果は得られなかった。したがって出身地別に細分して考えることなく、21名全員を同一グループとして扱った。

今後は、越冬中同一環境において、同一の食物を摂取すると思われるので、帰国直後の (¹³⁷Cs の生物学的半減期は約140日と報告されているので) ¹³⁷Cs 量の測定は、日本と南極の地域差の有無を示してくれるものと期待される。

なお、本研究の終了時まで日本における fallout の影響については、吉沢らによって別の被検者を使って継続測定されていくことを付記しておく。

3.2. 全身カリウム量について

隊員21名の全身K量の平均値は 143.4 ± 8.9 (mean \pm S. D.)g であり、これは勝沼 (1968) による同年代の日本人一般成人男子の平均値とほぼ等しかった。

カリウムは筋肉を主とする活性組織量を推定する最良の指標であることから、LUFT *et al.* (1963) はカリウムと有酸素的作業能との関係について研究し、両者の間に有意な相関があることを報告した。そして次の回帰式を用いて全身K量から有酸素的作業能 (最大酸素摂取量; $\dot{V}O_2\text{max}$) を推定することができることを示した。

$$\dot{V}O_2\text{max}(l/\text{min}) = 0.451 + 11.77K(\text{kg})$$

上式を日本人の場合に補正して $\dot{V}O_2\text{max}$ を求めると、隊員21名の $\dot{V}O_2\text{max}$ の平均値は $2.68 \pm 0.13 l/\text{min}$ となった。この値は宮下他 (1974) の報告による同年代の一般成人男子の $\dot{V}O_2\text{max}$ の平均値とほぼ等しかった。言い換えれば、日本人同世代の平均的作業能を有しているものと推定される。

3.3. 形態および脂肪量について

隊員の身長、体重、脂肪量の平均値は日本人一般成人男子の平均値に等しかった。

OHKUBO (1972) による1968-1969年の越冬隊の報告によれば、base members, traverse members とともに基地では体重および腹部皮下脂肪厚が有意に関係して増加することが示された。このことは体重の増加は脂肪量の増加であることを推定させると同時に、作業能の低下をもたらしているものと思われる。これらのことを詳しく知るためには越冬中の継続的な隊員の作業能の観察が必要である。また帰国後直ちに ^{40}K の測定をすることにより、越冬生活の作業能に及ぼす影響が総合的に明らかにされられると思われる。

文 献

- 蜂須賀弘久 (1975): 運動不足. 体育の科学, **25**, 33-38.
- KATSUNUMA, H. and Y. YOSHIZAWA (1966): The whole-body (human) counter of the University of Tokyo. Its structure and performance. J. Nucl. Sci. Technol., **3**, 114-117.
- 勝沼康雄 (1968): 正常日本人の体内放射性物質 (とくにカリウム及びセシウム-137) の測定. 文部省科学研究報告集録 (放射線影響編), 9-24.
- KEYS, A. and J. BROŽEK (1953): Body fat in adult man. Physiol. Rev., **33**, 245-325.
- LUFT, U. C., D. CARDUS, T. P. K. LIM, E. C. ANDERSON and J. L. HOWARTH (1963): Physical performance in relation to body size and composition. Ann. N. Y. Acad. Sci., **110**, 795-808.
- 宮下充正・芳賀修光・水田拓道 (1974): 中高年者にみられる有酸素的作業能の改善. 体育科学, **2**, 174-178.
- NAGAMINE, S. and S. SUZUKI (1964): Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. Human Biol., **36**, 8-15.

OHKUBO, Y. (1972): Basal metabolism and other physiological changes in wintering members of Japanese Antarctic Research Expedition 1968-1969. Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., **19**, 245-269.

吉沢康雄 (1973): 1967年以降のセシウム-137体内量の推移. 日本保健物理学会第 8 回講演要旨集.

(1975年 1 月17日受理, 2 月28日改訂稿受理)